



SFV

Curso Híbrido de Instalador de
Sistemas Fotovoltaicos

Unidade 3

Tecnologia Fotovoltaica: Módulos, Arranjos, Células

Ficha 2

NOSSOS MÓDULOS NÃO ESTÃO NO EVEREST



Por meio da:



MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO





Objetivos de aprendizagem

Os alunos e as alunas serão desafiados a:

1. Explicar o que são as condições padrão de teste de módulos FV;
2. Relacionar os principais parâmetros descritos na curva IV de uma célula FV às situações de geração de potência associadas ao sistema;
3. Discutir a influência das componentes luz e calor da radiação solar sobre o desempenho das células FV.



Competências

Capacidades Técnicas e Conhecimentos conforme os Itinerários Formativos EnergIF

- Compreender as características das células fotovoltaicas.
 - Interpretação da curva I x V de uma célula fotovoltaica.



Relação com a Unidade Curricular

Este conteúdo se articula com os demais que discutem as tecnologias dos módulos, arranjos e células fotovoltaicas. O conhecimento dos principais parâmetros descritos na curva IV de uma célula FV e das condições padrão de teste de módulos FV é essencial para a compreensão das situações de geração de potência associadas ao sistema.

Ainda que os módulos FV apresentem valores nominais de placa, determinados após testes em condições padrão, o instalador ou a instaladora do sistema deve ter em mente que as condições reais de operação podem ser muito diferentes e, portanto, as medições de tensão, corrente e potência dos módulos devem ser corrigidas para que se possa tirar qualquer conclusão sobre as condições de testes em campo.

Dessa forma, o entendimento dos principais parâmetros descritos na curva IV de uma célula FV e a influência das componentes luz e calor da radiação solar sobre o desempenho dessas células permitirá a correta interpretação da curva I x V de uma célula, de um módulo ou de uma série fotovoltaica e a identificação de problemas do SFV que demandem realmente algum tipo de manutenção, como células queimadas, módulos sombreados e outros.

Como definimos a potência máxima de um módulo fotovoltaico?

Quando módulos fotovoltaicos são feitos e vendidos, são também classificados em termos de potência nominal máxima em watts (P_{max}), de acordo com condições padrão de teste (STC, do inglês, *Standard Test Conditions*). Os testes, que são realizados em laboratório, ocorrem nas seguintes condições: a placa solar é submetida a uma fonte de luz (irradiância) medida a 1000 W/m^2 , em um módulo com uma temperatura de 25°C com uma referência solar de irradiância espectral chamada **Massa de Ar 1,5 (AM1.5)**, conforme definido na norma internacional IEC 60904-3.



Figura 1: Câmara climatizada para testes de módulos fotovoltaicos sob várias condições climáticas simuladas em laboratório. Nesse caso, a temperatura varia entre -55°C e $+180^\circ\text{C}$, por meio de um fluxo de ar vertical que possibilita gerar uma distribuição homogênea de calor dentro da câmara.

Fonte: [Fraunhofer ISE](#)

Verbetes

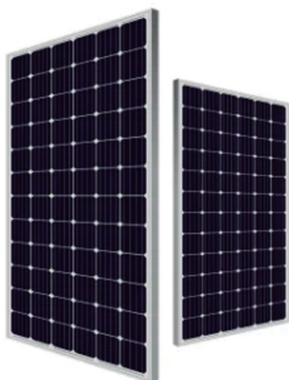
Massa de Ar 1,5

A distância na atmosfera que a radiação solar percorre para chegar na superfície é denominada massa de ar. Quando a incidência da radiação solar é perpendicular à superfície, a massa de ar (AM, do inglês *air mass*) que a radiação precisa atravessar é menor do que quando a radiação incide de forma inclinada. A AM varia ao longo do tempo, com a mudança da altitude e na posição do Sol. Na Europa, por exemplo, utiliza-se $AM = 1,5$ como média anual (esse é o valor usado nas Condições Padrão de Teste de módulos fotovoltaicos).

Fonte: [Solar View](#)

Ou seja, são condições muito diferentes do que você vai ter em uma casa, aqui no Brasil. Em um telhado brasileiro, por exemplo, essa temperatura pode ser muito maior, podendo chegar a 45°C , e a irradiância pode variar muito, dependendo da latitude da região, ainda mais em um país com dimensões continentais como o nosso. Isso significa que, dificilmente, você vai conseguir obter a potência nominal (P_{max}) de seus módulos em um dia quente no Brasil. Isso, em si, não é um problema; no entanto, é importante que sejamos capazes de comparar módulos fotovoltaicos para decidir qual é a melhor solução para a situação que estamos interessados em resolver.

 Explicativo



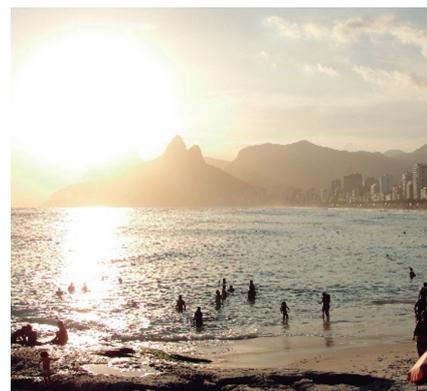
Os módulos, de uma forma geral, variam conforme a potência nominal, o número de células e o tamanho. Por exemplo, podemos ter um módulo com potência

nominal próxima a 275 W, com 60 células, ou um módulo com potência próxima a 400 W, com 72 células — como os da imagem ao lado.

Geralmente, os módulos de 72 células têm dimensões próximas a 1000 mm x 1960 mm, enquanto os módulos de 60 células têm dimensões próximas a 1000 mm x 1650 mm. Assim, o peso também varia. Dessa forma, temos parâmetros importantes diante de um projeto de instalação.

Fonte: [Ideal New Energy](#)

Quando pagamos um preço “por watt”, estamos pagando um preço “por watt” em um módulo que foi testado nas condições STC. No mundo real, o módulo opera em condições diferentes das de teste. A melhor produção de energia que conseguiríamos seria em um dia claro e frio. O monte Everest seria um ótimo local para instalarmos um SFV! Só que estamos no Brasil, e a maioria de nós mora em regiões em que a realidade de dias claros e frios faz parte de cartões postais daqueles lugares lindos em que queremos passar férias bem acompanhados ou bem acompanhadas!



(a)



(b)

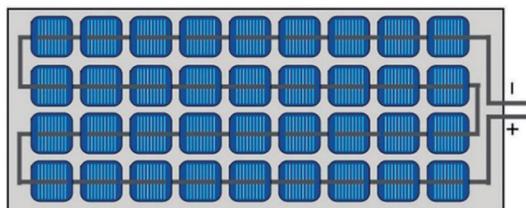


(c)

Figura 2: No nosso Brasil, os dias de sol costumam vir acompanhados de temperaturas altas que nos fazem achar que os termômetros estão com defeito, correr para a praia para aliviar o calor com um banho de mar; ou, um céu carregado de nuvens que nos fazem marcar aquele encontro com os amigos... mas só depois da chuva! Em qualquer dos casos, nossos módulos não estão no Everest!

Fonte: [Flickr](#) (a); [Flickr](#) (b); [Flickr](#) (c)

Explicativo



Células fotovoltaicas têm, individualmente, uma tensão muito baixa, sendo da ordem de 0,6 V para as células de silício. Assim, para obtermos níveis de tensão e corrente suficientes para a utilização prática da energia, as células são conectadas em série, produzindo uma tensão resultante equivalente à soma das tensões individuais de cada célula, conforme ilustrado. Dessa forma, as características de tensão e corrente, ou da curva I x V do módulo, vão depender das curvas I x V de suas células.

Fonte: [Semantic Scholar](#)

Verbetes

IEC 61215

A norma mundial que garante que o módulo fotovoltaico atende aos requisitos de qualidade e segurança é a IEC 61215, que exige que o módulo seja aprovado em 18 itens para receber a certificação.

1 A curva IV de uma célula fotovoltaica

No Brasil, os módulos devem ter o selo do Procel-Inmetro e, preferencialmente, também a certificação utilizada no mundo todo, a **IEC 61215**. Para ganhar o selo Procel-Inmetro, os módulos comercializados no Brasil devem ser ensaiados de acordo com o Regulamento de Avaliação da Conformidade (RAC) do Inmetro e apresentar o respectivo registro e a etiqueta afixada na sua superfície posterior, como na Figura 3.



Figura 3: Selo Procel-Inmetro (presente na superfície posterior de um módulo fotovoltaico) e detalhe das informações.

Fonte: Portaria nº 140, de 21 de março de 2022

Além do selo, é importante notar que os módulos têm especificações próprias, descritas em uma folha de dados provida pelo fabricante. Um exemplo é a potência nominal em condições padrão de teste, sobre a qual conversamos anteriormente. Outra

informação fundamental da folha de dados de um módulo são as curvas $I \times V$ obtidas sob múltiplas irradiações e temperaturas diferentes. Mas, calma! Vamos entender o que são essas curvas e por que trazem uma informação tão importante para seu trabalho como instalador ou instaladora de sistemas fotovoltaicos.

A curva $I \times V$ — ou simplesmente curva IV — de uma célula fotovoltaica é um gráfico em que podemos observar o comportamento da corrente (I , representada no eixo vertical) da célula em função da tensão de saída (V , representada no eixo horizontal). O produto da corrente pela tensão de saída ($I \times V$) determina a potência elétrica da célula e, conseqüentemente, do módulo.

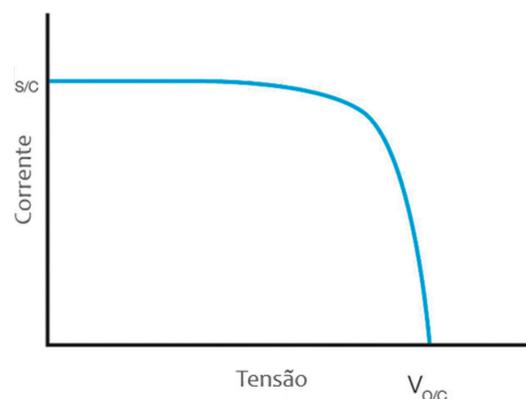


Figura 4: Curva IV de uma célula ou módulo fotovoltaico. O produto da corrente (I) pela tensão (V) determina a potência da célula ou módulo.

Fonte: Elaborada por Cristine Barreto

Há duas coisas que você deve ter em mente para entender melhor uma curva IV :

1. Pense na curva IV como uma curva de possibilidades. É uma curva que descreve “pares” de corrente e tensão. Isso significa que um módulo ou uma célula fotovoltaica não pode simplesmente operar em qualquer corrente ou em qualquer tensão. Um módulo irá sempre operar em correntes e tensões específicas, determinadas em função das cargas conectadas a ele. E é justamente isso que a curva IV vai nos dizer!
2. Pense em uma célula fotovoltaica como um dispositivo “passivo”. Isso quer dizer que o ponto da curva (corrente \times tensão) em que a célula opera depende da carga que está conectada ao módulo. O módulo, em si, não define onde ele opera. A carga define! Por exemplo, se a carga conectada for uma bateria de 12 volts, o ponto no eixo de tensão equivalente a 12 volts determina que o módulo deve operar em um ponto específico de corrente. Veja a figura a seguir para entender melhor essa ideia.

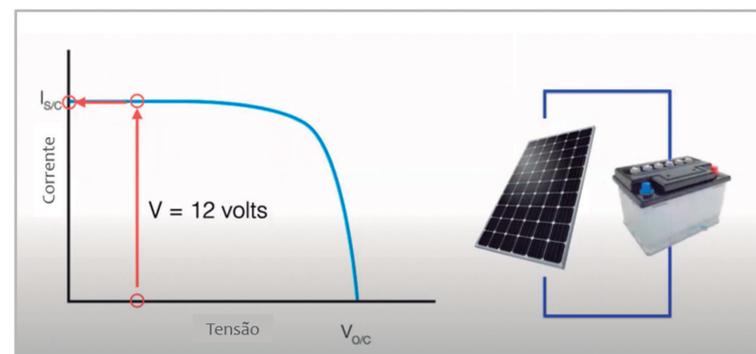


Figura 5: O par “corrente-tensão” da curva IV é sempre determinado pela carga conectada ao módulo. Uma bateria de 12 volts fará com que o ponto no eixo de tensão equivalente a 12 volts determine que o módulo deve operar em um ponto específico de corrente.

Fonte: Elaborada por Cristine Barreto

Dependendo da carga conectada, por exemplo, uma bomba de água, um motor de refrigerador, ou o próprio inversor, o módulo irá operar em condições específicas de corrente e tensão.

Como dissemos anteriormente, os módulos fotovoltaicos trazem especificações próprias descritas em uma folha de dados provida pelo fabricante, incluindo curvas I x V obtidas sob múltiplas irradiações e temperaturas diferentes, testadas em

condições de laboratório. De posse dessa informação, podemos compará-la com a curva IV obtida durante o desempenho real do módulo — quando houver uma bateria ou uma bomba de água conectada, por exemplo — e avaliar se os resultados estão de acordo com o esperado ou se revelam alguma inconformidade decorrente de trincas, sujeiras, sombreamento, ou qualquer fator que interfira na geração de energia fotovoltaica.

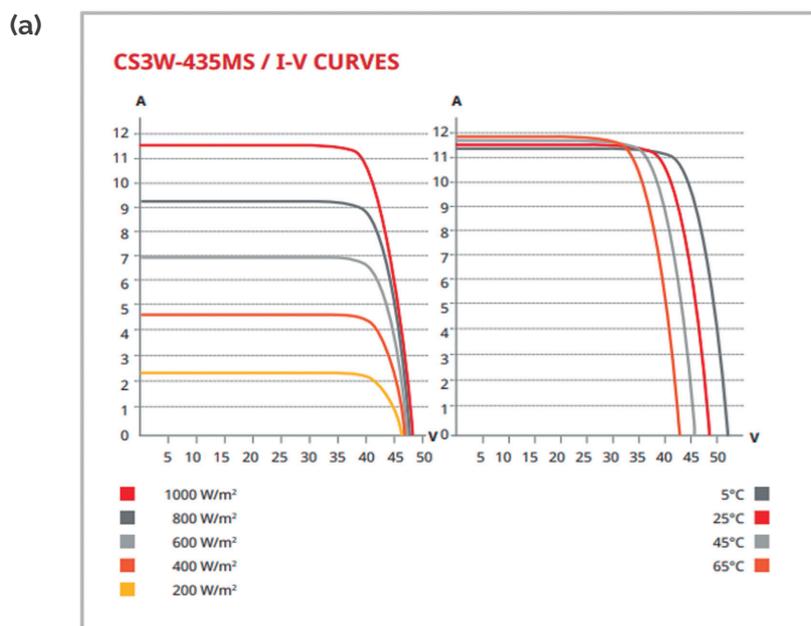


Figura 6: Curvas IV fornecidas pelo fabricante de um modelo específico de módulo fotovoltaico em sua folha de dados (a). Um equipamento capaz de traçar a curva IV do mesmo módulo para avaliar se o desempenho do equipamento está em conformidade com o esperado, quando conectado a uma carga qualquer (b). Esse teste deve observar determinadas condições: irradiação acima de 700 w/m², céu ensolarado, claro, e sem presença de fumaça e tempo em condições aceitáveis para teste em campo.

Fonte: [Canadian Solar](#) (a); [YouTube](#) (b)

A curva IV anda sempre junto da curva PV, que relaciona a potência (P) e a tensão (V) de saída da célula. A figura a seguir apresenta a curva IV (em azul), e o gráfico de potência da célula em função da tensão de saída — a curva PV (em vermelho).

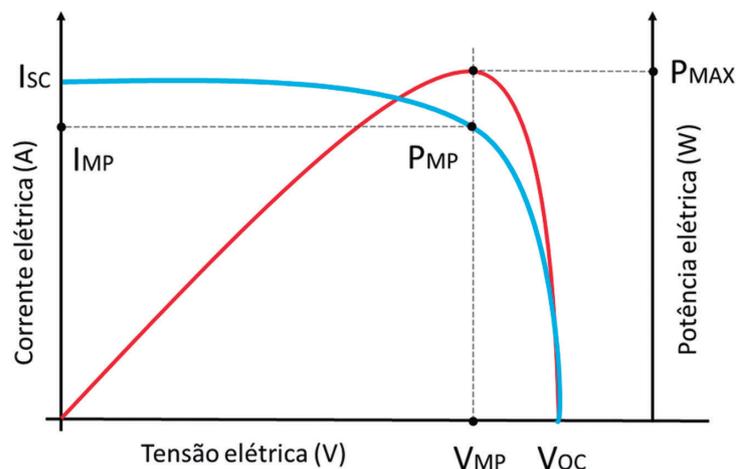


Figura 7: Curvas IV e PV de uma célula fotovoltaica ou módulo fotovoltaico.

Fonte: *Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos* / CEPEL-CRESESB

E por que essas informações são importantes? Porque é justamente a análise dessas curvas que permite saber se os módulos estão em bom funcionamento ou se apresentam qualquer um daqueles problemas que mencionamos anteriormente.

Para interpretar corretamente curvas IV e PV e poder analisá-las em diferentes situações, é fundamental conhecer o significado dos principais parâmetros associados ao gráfico. Então é isso que vamos fazer agora.

Quadro 1: Principais parâmetros associados às curvas IV e PV de uma célula ou módulo fotovoltaico

- Voc = (do inglês, open circuit voltage) Voltagem de circuito aberto**

 - É a máxima tensão que o módulo pode oferecer. A Voc pode ser medida com um multímetro, operando no modo voltímetro, MPP.
- Isc = (do inglês, short circuit current) Corrente de curto-circuito**

 - É a máxima corrente elétrica que o módulo pode fornecer. A Isc pode ser medida com um amperímetro, curto-circuitando os terminais de saída do módulo FV.
- Vmp = (do inglês, maximum power voltage) Tensão de máxima potência**

 - Tensão de máxima potência. É a tensão que o módulo apresenta nos seus terminais quando opera no seu ponto de máxima potência.
- Imp = (do inglês, maximum power current) Corrente de máxima potência.**

 - É a corrente que o módulo fornece quando opera no seu ponto de máxima potência. A Imp é mais baixa do que a corrente de curto-circuito (Isc).
- $P_{mp} = V_{mp} \times I_{mp}$
=> Potência Máxima (Pmp) ou Potência do módulo FV**

 - É a potência de pico do módulo fotovoltaico. Em um módulo FV em que a Vmp é de 30 Volts e a Imp é de 8 Amps, então: $30 \text{ Vmp} \times 8 \text{ Amp} = 240\text{W} = P_{mp}$

MPP (do inglês, *maximum power point*) é o ponto de máxima potência do módulo fotovoltaico. Encontra-se no joelho da curva IV e se refere ao pico da curva PV. Os valores de Isc, Voc, Imp, Vmp, Pmp são especificados nas folhas de dados para uma irradiância de 1000 W/m^2 e uma temperatura operacional de 25°C .

 **Atenção**

Há uma confusão frequente no sentido de achar que a V_{mp} ou a I_{mp} é calculada com a maior tensão ou a maior corrente, já que, na simbologia, a letra “m” indica máxima. Uma maneira interessante de resolver essa dúvida na cabeça é pensar que a I_{sc} é uma corrente mais alta que a I_{mp} , mas, na I_{sc} , não há potência, pois ela ocorre com um $V = 0$ Volts — ou seja, temos potência nula, posto que $P = V \times I$. A I_{sc} não é uma condição de produção de potência, o mesmo valendo para a V_{oc} .

 **Atenção**

Outro equívoco comum é multiplicar V_{oc} e I_{sc} para obter uma potência imaginária. Essa condição não gera potência (posto que $P = V \times I$, V_{oc} ocorre quando $I = 0$, e I_{sc} ocorre quando $V = 0$). Encontramos o ponto máximo de potência (MPP) quando a tensão do módulo é $V = V_{mp}$ e a corrente do módulo é $I = I_{mp}$; nesse caso, a potência será $P_{mp} = V_{mp} \times I_{mp}$.

 **A influência das duas componentes da energia solar: luz e calor**

Como você pode imaginar, o principal fator que influencia a geração de energia fotovoltaica é o nível de irradiância solar que chega até as células fotovoltaicas. Mas existe outro fator

que pode interferir nesse processo, que é a temperatura das células. Para entender a influência da temperatura na geração de energia fotovoltaica, é importante discuti-la pensando nas duas componentes da energia solar juntas: luz e calor.

- Claridade significa mais luz, mais fótons liberando elétrons nas camadas de silício das placas, o que se traduz em mais corrente (amperes).
- Temperaturas baixas aumentam a tensão. Semicondutores de silício operam melhor no frio. Por isso, o seu computador tem um ventilador para resfriar o chip, que é feito de silício.

A tabela a seguir resume a influência da luz e do calor nos valores de corrente e tensão nas células fotovoltaicas.

Tabela 1: Influência da luz e do calor sobre os valores de corrente e tensão nas células fotovoltaicas

	Claridade: Corrente aumenta		Escuridão: Corrente diminui
	Frio: Tensão aumenta		Calor: Tensão diminui

O problema com o fato de que temperaturas baixas aumentam a tensão é que células fotovoltaicas também gostam da luz do sol. Mas a luz do sol, especialmente em um país como o Brasil, aquece os módulos, o que é ruim para a produção de energia. Esse

fenômeno da influência da luz pode ser ilustrado justamente por meio das alterações nas curvas IV com diferentes quantidades de irradiância (luz), a uma temperatura constante. A figura a seguir mostra o quanto a irradiância crescente aumenta a corrente.

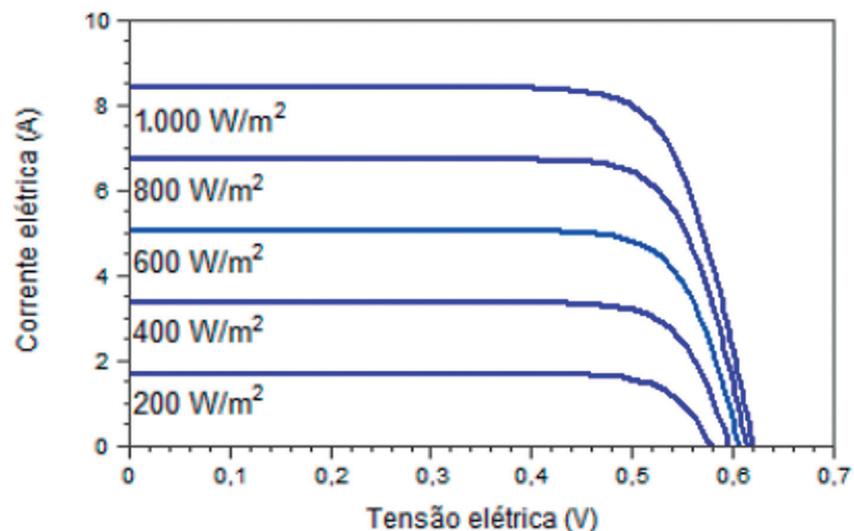


Figura 8: Curvas IV de uma célula fotovoltaica para diferentes níveis de irradiação (W/m^2). Quanto maior a irradiação maior a corrente elétrica e, conseqüentemente, a produção de energia.

Fonte: *Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos / CEPEL-CRESESB*

O fenômeno da influência do calor pode ser ilustrado também por meio das alterações nas curvas IV com diferentes temperaturas, a uma irradiância (luz) constante. A figura a seguir mostra o quanto a temperatura crescente diminui a tensão.

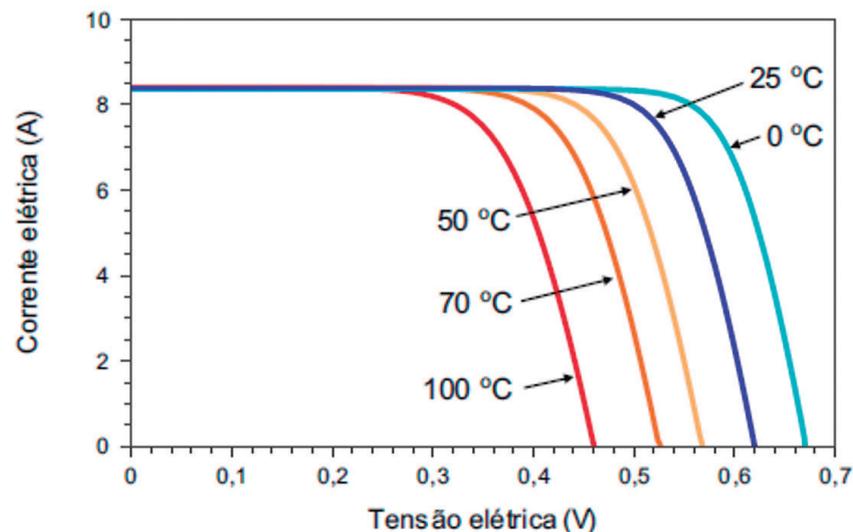


Figura 9: Curvas IV de uma célula fotovoltaica para diferentes níveis de temperatura. Quanto maior a temperatura da célula, menor a tensão elétrica e, conseqüentemente, menor a produção de energia.

Fonte: *Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos / CEPEL-CRESESB*

Por isso gostamos de montar os módulos onde há fluxo de ar, para dissipar o calor. Ainda assim, é melhor ter um dia quente e ensolarado, do que um dia frio e escuro. Isso porque, com a falta de luz, perdemos mais potência do que com o calor.

Mas fique tranquilo ou tranquila, apesar de vivermos em um país quente, temos ótimos níveis de irradiação do norte ao sul e um potencial enorme para geração fotovoltaica!

Amplificadores

Os desertos mais inóspitos do mundo podem ser os melhores locais da Terra para se gerar energia solar. Desertos são espaçosos, relativamente planos, e abundantes em luz solar. De fato, as dez maiores usinas solares do mundo estão localizadas em desertos ou em regiões áridas. Pesquisadores imaginam ser possível transformar o maior deserto do mundo, o Saara, em uma fazenda solar gigante, capaz de atender dez vezes a atual demanda mundial de energia. Por outro lado, a existência de usinas solares em regiões desérticas faz com que se perca uma grande vantagem, que é a produção de energia perto do consumidor. Este é um ponto de grande relevância socioeconômica-ambiental para ser discutido, elevando a questão das condições ideais de uso dos módulos solares a um cenário global de enorme impacto para o planeta.

Tecnologia em foco



Enquanto na superfície da Terra discutimos sobre como adotar soluções de energia solar, muitos cientistas defendem a ideia de que fazendas solares espaciais gigantes seriam a resposta ambiental para a crise energética mundial. "Acima da Terra, não existe dia e noite, nuvens, condições climáticas ou qualquer outra coisa que possa obstruir os raios solares. Então uma fonte de energia constante está disponível", diz Ali Hajimiri, professor de engenharia elétrica do California Institute of Technology e codiretor do projeto Space Solar Power, dessa universidade.

Se você lê em inglês, vai gostar de acessar o link para a reportagem inteira sobre esse incrível assunto:

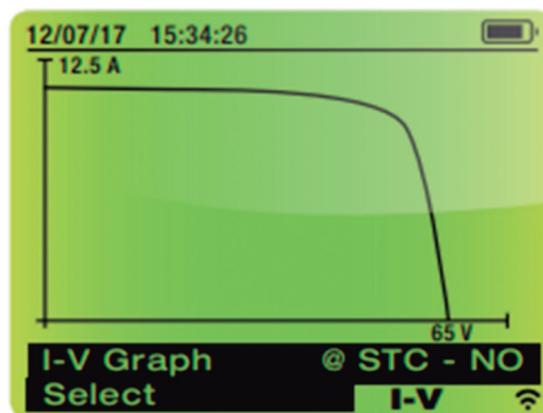
<https://www.forbes.com/sites/scottsnowden/2019/03/12/solar-power-stations-in-space-could-supply-the-world-with-limitless-energy/?sh=177c0dae4386>



Dicas para o instalador ou a instaladora de SFV

Como vimos anteriormente, os parâmetros da curva IV representam as principais características das células fotovoltaicas e, conseqüentemente, de todo o sistema fotovoltaico. Além dos parâmetros V_{oc} e I_{sc} , que podem ser medidos com um multímetro, seguindo a metodologia de ensaios da ABNT NBR 16274:2014, existem dispositivos denominados traçadores de curva IV com os quais podemos fazer o ensaio de curva IV, desde que respeitadas as condições do regime de ensaios da mesma norma.

A figura a seguir apresenta, como exemplo, a tela do resultado do ensaio contendo a curva I-V do I-V500w da HT Instruments.



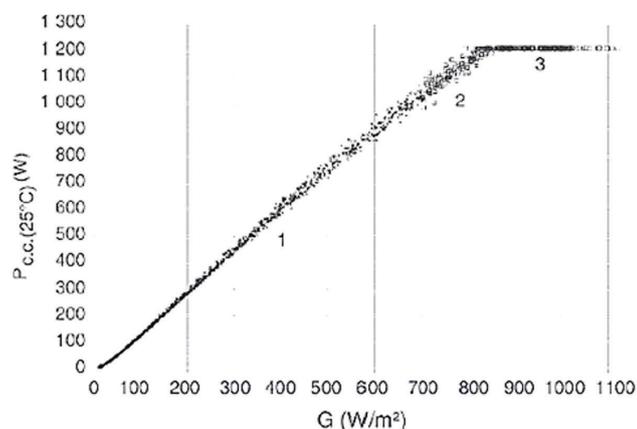
Fonte: [HT Instruments](http://HTInstruments.com)

Outro parâmetro importante de qualquer sistema fotovoltaico é sua potência máxima, derivada do produto das correntes e tensões máximas da curva IV (joelho da curva). Ainda que a potência máxima dependa, como já vimos, da irradiância e da temperatura locais, sua medição e comparação com o valor de potência máxima de placa, em condições STC, é de grande relevância para a avaliação do desempenho de todo o sistema.

Para que os valores medidos possam ser analisados e comparados com os valores de placa, é necessário que as medições sejam corrigidas para as condições STC. Além disso, para que essa correção possa ser feita, as medições da potência de sistemas fotovoltaicos devem ser realizadas em condições de irradiância de, pelo menos, 700 W/m^2 , medida no plano dos módulos.

A norma ABNT NBR 16274:2014, em seu anexo D, trata da obtenção da potência nominal de um arranjo fotovoltaico por meio da curva $P_{c.c.}(25^{\circ}\text{C}) \times G_c$. Nesse procedimento de ensaio, durante pelo menos um dia de operação normal em campo, a potência em corrente contínua na entrada do inversor deve ser medida com um wattímetro em intervalos de, no mínimo, um minuto. Simultaneamente, devem ser medidas a irradiância total característica (G_c), com uma célula fotovoltaica ou um módulo fotovoltaico de referência calibrada(o), e a temperatura de célula (T_c), com um módulo fotovoltaico de referência calibrado ou um sensor de temperatura adequado.

Os valores de potência em corrente contínua medidos devem ser corrigidos para a condição padrão de temperatura (25°C), como mostra a figura a seguir, em que y é o coeficiente térmico de potência do módulo conforme manual do fabricante, expresso em porcentagem por grau celsius.



Fonte: ABNT NBR 16274 (figura D.1)

Finalmente, a potência nominal do arranjo fotovoltaico (P_{NA}) deve ser calculada a partir da Equação 1 a seguir, que nada mais é do que a média dos valores de potência divididos pela relação de irradiância G_c/G_{STC} , considerando-se apenas os valores da região 2, ou seja, acima de 700 W/m^2 (fora da região 1) e abaixo do ponto de restrição de máxima potência de trabalho do inversor (fora da região 3).

$$P_{NA} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{P_{c.c.}(25^{\circ}\text{C})^{(i)}}{G_C^{(i)}}}{n} \cdot \frac{G_{STC}}{G_C^{(i)}}$$

(Equação 1)

Veja que: n é o número de medições na parte linear do gráfico e G_{STC} é a irradiância nas condições padrão de ensaio (STC), que corresponde a 1000 W/m^2 .

O valor de P_{NA} pode então ser comparado com os valores de placa do sistema para avaliar se houve alguma perda de desempenho após a instalação ou ao longo de sua utilização.

Situações de avaliação

Após a coleta de dados de medição de um ensaio para obtenção da potência nominal de uma série fotovoltaica por meio da curva $P_{c.c.}(25^{\circ}\text{C}) \times G_c$, conforme o anexo D da norma ABNT NBR 16274:2014, foram obtidas as seguintes medições, já corrigidas para 25°C no próprio equipamento de medição. Determine o valor da potência nominal da série fotovoltaica.

Dado: $G_{\text{STC}} = 1000 \text{ W/m}^2$

medição	Irradiância (G) [W/m^2]	$P_{c.c.}(25^{\circ}\text{C})$ [W]
1	600	2100
2	650	2470
3	700	2790
4	730	2918
5	770	3080
6	800	3195
7	820	3275
8	850	3408
9	880	3518
10	900	3602

Sabendo agora que se trata de uma string fotovoltaica com 10 módulos de 400 Wp em série, discuta sobre o desempenho desse sistema fotovoltaico no momento dos testes..

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente da República

Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro de Estado da Educação

Camilo Sobreira de Santana

Secretário de Educação Profissional e Tecnológica

Getúlio Marques Ferreira

Coordenação do Projeto Profissionais do Futuro: Competências para a Economia Verde

Fábio de Medeiros

APOIO TÉCNICO

Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável por meio da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Diretor Nacional

Michael Rosenauer

Coordenação do Projeto Profissionais do Futuro: Competências para a Economia Verde

Julia Giebeler Santos

Coordenação do material

Roberta Knopki (GIZ)

Marco Antonio Juliatto (MEC)

Instalador de Sistemas Fotovoltaicos

Fichas de Conteúdo

Organização

Roberta Knopki (GIZ)

Projeto Instrucional

Cristine Barreto (Ohje Soluções de Aprendizagem)

Anderson Castanha

Autoria

Luiz Henrique Leite Rosa (IFSP)

Cristine Barreto (Ohje Soluções de Aprendizagem)

Anderson Castanha

Design Instrucional

Cristine Barreto (Ohje Soluções de Aprendizagem)

Revisão de Língua Portuguesa

Patrícia Sotello

Projeto Gráfico e Diagramação

André Guimarães S. (Yellow Carbo Design)

Abril de 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Instalador de sistemas fotovoltaico [livro eletrônico] :
fichas de conteúdo / coordenação Roberta Hessmann Knopki, Marco Antonio Juliatto. --
1. ed. -- Brasília, DF : Ministério da Educação :
Deutsche Gesellschaft für Internationale
Zusammenarbeit - GIZ, 2023.

PDF

Vários autores.

ISBN 978-85-92565-07-7

1. Energia - Fontes alternativas 2. Energia solar fotovoltaica 3. Instalações elétricas I. Knopki, Roberta Hessmann. II. Juliatto, Marco Antonio.

23-149831

CDD-621.47

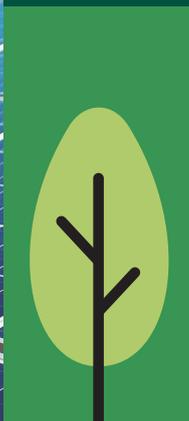
Índices para catálogo sistemático:

1. Energia solar fotovoltaica : Engenharia 621.47
Henrique Ribeiro Soares - Bibliotecário - CRB-8/9314

INFORMAÇÕES LEGAIS

As ideias e opiniões expressas nesta publicação são dos autores e não refletem necessariamente a posição do Ministério da Educação ou da Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

A duplicação ou a reprodução do todo ou partes (incluindo a transferência de dados para sistemas de armazenamento de mídia) e a distribuição deste material para fins não comerciais é permitida, desde que o Ministério da Educação e a GIZ sejam citados como fonte da informação. Para usos comerciais, incluindo duplicação, reprodução ou distribuição do todo ou partes, é necessário o consentimento por escrito do MEC e da GIZ.



SFV

Curso Híbrido de Instalador de
Sistemas Fotovoltaicos